

**WO 01/53660 A1**



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Gas- und Dampfturbinenanlage (1) mit einer Vergasungseinrichtung (132) für fossilen Brennstoff angegeben. Die Vergasungseinrichtung (132) und die Brennkammer (6) der Gasturbine (2) sind über eine Gasleitung (130) verbunden. Hierbei ist erfindungsgemäß in die Gasleitung (130) ein Gasschloss (200) geschaltet, das eine Schnellschlussarmatur (202), ein Druckentlastungs- oder Überdrucksystem (206) und eine Gasschlossarmatur (204) umfasst.

## Beschreibung

## Gas- und Dampfturbinenanlage

5 Die Erfindung betrifft eine Gas- und Dampfturbinenanlage mit  
einem einer Gasturbine rauchgasseitig nachgeschalteten Abhit-  
zedampferzeuger, dessen Heizflächen in den Wasser-Dampf-  
Kreislauf einer Dampfturbine geschaltet sind, und mit einem  
der Brennkammer der Gasturbine vorgeschalteten Brennstoffsy-  
10 stem, das eine Vergasungseinrichtung für fossilen Brennstoff  
und eine von der Vergasungseinrichtung abzweigende und in die  
Brennkammer der Gasturbine mündende Gasleitung aufweist. Die  
für eine Gasreinigung vorgesehenen Komponenten sind dabei üb-  
licherweise in die Gasleitung geschaltet.

15

Eine derartige Anlage ist beispielsweise aus der  
GB-A 2 234 984 bekannt.

Zur Reduktion des Schadstoffausstoßes bei der Verbrennung des  
20 vergasten fossilen Brennstoffs oder Synthesegases kann in die  
Gasleitung ein Sättiger geschaltet sein, in dem das Synthese-  
gas beim Betrieb der Anlage mit Wasserdampf beladen wird.  
Dazu durchströmt das Synthesegas den Sättiger im Gegenstrom  
zu einem Wasserstrom, der in einem als Sättigerkreislauf be-  
25 zeichneten Wasserkreislauf geführt ist. Für einen besonders  
hohen Wirkungsgrad ist dabei eine Einkopplung von Wärme aus  
dem Wasser-Dampf-Kreislauf in den Sättigerkreislauf vorgese-  
hen.

30 Durch den Kontakt mit dem im Sättigerkreislauf geführten auf-  
geheizten Wasserstrom im Sättiger wird der vergaste Brenn-  
stoff mit Wasserdampf aufgesättigt und erfährt in begrenztem  
Umfang eine Aufheizung. Aus wärmetechnischen und auch aus be-  
trieblichen Gründen kann dabei eine weitere Aufheizung des  
35 Brennstoffs mittels eines Wärmetauschers vor dessen Zuführung  
in die Brennkammer der Gasturbine erforderlich sein.

- Um einen besonders sicheren Betrieb der Gas- und Dampfturbinenanlage zu gewährleisten, sollte jederzeit eine Zufuhr des Synthesegases in die Brennkammer der Gasturbine gestoppt werden können. Hierzu ist üblicherweise vor der Brennkammer in die Gasleitung eine Schnellschlussarmatur geschaltet. Die Schnellschlussarmatur sperrt bei Bedarf in besonders kurzer Zeit die Gasleitung, so dass kein Synthesegas in die der Gasturbine zugeordnete Brennkammer gelangen kann.
- 10 Das Brennstoffsystem umfasst aufgrund der einschlägigen sicherheitstechnischen Vorschriften üblicherweise ein Gasschloss. Ein Gasschloss umfasst zwei Armaturen, beispielsweise Kugelhähne, die für einen Gasdurchfluß zu öffnen oder zu schließen sind. Zwischen diesen beiden Armaturen ist eine Zwischenentlastung oder eine Druckleitung angeschlossen. Die Zwischenentlastung kann an eine Fackel angeschlossen sein, über die überschüssiges Gas abgefackelt werden kann. Alternativ zu der Zwischenentlastung kann die Druckleitung angeschlossen werden, die dafür sorgt, dass kein Gas über die Gasschlossarmaturen einströmen kann. Das Gasschloss trennt also das Brennstoffsystem gasdicht in einen ersten Bereich oder das Vergasungssystem stromauf des Gasschlosses und in einen zweiten Bereich oder das sogenannte Gasturbinen-Brennstoffsystem stromab des Gasschlosses.
- 25 Eine Gas- und Dampfturbinenanlage mit Vergasungseinrichtung kann sowohl mit dem Synthesegas, das beispielsweise aus Kohle oder Rückstandsöl erzeugt wird, als auch mit einem Zweitbrennstoff, wie z.B. Erdgas, betrieben werden. Bei einem Wechsel von Synthesegas auf Zweitbrennstoff oder umgekehrt ist es aus sicherheitstechnischen Gründen erforderlich, den Bereich zwischen dem Gasschloss und der Brennkammer, d.h. das Gasturbinen-Brennstoffsystem, mit einem Inertmedium wie Stickstoff oder Dampf zu spülen. Aufgrund des großen Volumens des zu spülenden Bereichs, der gegebenenfalls auch den Wärmetauscher umfasst, ist hierbei sowohl eine Spülung dieses Bereichs in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung erforder-
- 30  
35

lich, um eine fast vollständige Verdrängung des Synthesegases oder des Zweitbrennstoffs sowie gegebenenfalls von eingedrun-  
genem Rauchgas aus dem Gasturbinen-Brennstoffsystem zu errei-  
chen. Eine Spülung mit Rein-Stickstoff erweist sich jedoch  
5 aufgrund der Größe des zu spülenden Volumens als unwirt-  
schaftlich. Eine Spülung mit Dampf setzt wiederum die Bereit-  
stellung von Dampf voraus, wodurch der Spülvorgang in der Re-  
gel abhängig vom Betrieb des Abhitzedampferzeugers der Dampf-  
turbinenanlage ist. Außerdem ist hierbei entweder eine Abküh-  
10 lung des dem Abhitzedampferzeuger entnommenen Dampfs oder ein  
Schutz der Komponenten vor besonders hohen Temperaturen des  
Dampfs erforderlich, wodurch die Vorbereitung des Spülvor-  
gangs mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Des weiteren  
sind aufwendige Entwässerungssysteme notwendig und die mit  
15 Dampf beaufschlagten Systeme sind gegen Korrosion zu schüt-  
zen.

Das Spülkonzept, das eine Vorwärts- und eine Rückwärtsspülung  
umfasst, führt zu einem komplexen Regelungskonzept bei der  
20 Spülung und zu besonders aufwendigen Fahrweisen für den Be-  
trieb der Anlage. Ein derartiges Spülkonzept führt außerdem  
zu relativ langen An- und Abfahrzeiten der Anlage.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gas- und  
25 Dampfturbinenanlage der obengenannten Art anzugeben, bei der  
bei einem Wechsel des der Brennkammer der Gasturbine zuzufüh-  
renden Gases das Brennstoffsystem in besonders einfacher  
Weise gespült werden kann. Außerdem soll ein Verfahren ange-  
geben werden, welches in besonders kurzer Zeit und in beson-  
30 ders einfacher Weise eine Spülung des Brennstoffsystems der  
Gas- und Dampfturbinenanlage erlaubt.

Die auf die Gas- und Dampfturbinenanlage gerichtete Aufgabe  
wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in die Gasleitung  
35 ein Gasschloss geschaltet ist, wobei das Gasschloss stromauf  
der Brennkammer angeordnet ist, und eine Schnellschlussarma-

tur, ein Druckentlastungs- oder Überdrucksystem und eine Gasschlossarmatur umfasst.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass bei einem Wechsel des der Brennkammer der Gasturbine zuzuführenden Gases eine Verdrängung des Synthesegases oder des Zweitbrennstoffes sowie gegebenenfalls Rauchgas aus dem Brennstoffsystem in besonders zuverlässiger Weise dann gewährleistet ist, wenn das zu spülende Volumen gering ist. Bei einem geringen zu spülenden Volumen erweist sich außerdem eine Spülung in lediglich einer Richtung als ausreichend, wodurch komplexe Regelmechanismen des Spülvorgangs entfallen können. Die Spülung erfolgt dabei nur in Vorwärtsrichtung, d.h. in die Brennkammer der Gasturbine. Der Spülvorgang kann nun alternativ mit Dampf oder Stickstoff, z.B. Rein-Stickstoff, durchgeführt werden. Eine Spülung mit Stickstoff ist aufgrund des geringen zu spülenden Volumens wirtschaftlich. Weiter muss dabei der Dampfturbinenanlage kein Dampf für den Spülvorgang entzogen werden, wodurch der Gesamtwirkungsgrad der Gas- und Dampfturbinenanlage besonders hoch ausfällt. Zusätzlich entfällt die Verwendung hochlegierter Stähle, da keine oder nur geringfügige Korrosionserscheinungen auftreten können.

Ein geringes zu spülendes Volumen kann durch eine kompakte Anordnung der Komponenten erreicht werden. Ordnet man das Gasschloss und die Schnellschlussarmatur nebeneinander an, so kann die Schnellschlussarmatur die Funktion einer der im Gasschloss vorgesehenen Armaturen übernehmen, wodurch diese Armatur entfallen kann und das zu spülende Volumen des Gasturbinen-Brennstoffsystems besonders klein ausfällt.

Als Armaturen für das Gasschloss werden üblicherweise Kugelhähne oder Kugelventile eingesetzt, die eine hohe Gasdichtigkeit aufweisen. Die Schnellschlussarmatur ist üblicherweise als eine Schnellschlussklappe ausgeführt. Abhängig von der Baugröße der Armatur ist hierfür aber jede andere schnell

schließende Armatur, wie z.B. ein geeignetes Ventil, einsetzbar.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist ein  
5 gegebenenfalls in die Gasleitung geschalteter Wärmetauscher  
stromauf des Gasschlusses geschaltet. Auch hierdurch verringert  
sich das zu spülende Volumen im Gasturbinen-Brennstoffsystem.  
Der Wärmetauscher kann beispielsweise primärseitig in die Gasleitung  
zwischen der Vergasungseinrichtung und einem  
10 ebenfalls stromauf des Gasschlusses angeordneten Sättiger  
geschaltet sein. Der Wärmetauscher überträgt damit Wärme aus  
dem dem Sättiger zuströmenden Synthesegas in das vom Sättiger  
abströmende Synthesegas. Ein solcher auch als Synthesegas-  
Wärmetauscher bezeichneter Wärmetauscher bewirkt somit eine  
15 zumindest teilweise wärmeseitige Umführung des Sättigers, so  
dass durch die Aufheizung des Synthesegases durch das Synthesegas  
die thermodynamischen Verluste des Gesamtprozesses besonders  
gering gehalten sind. Durch eine derartige Anordnung ist somit ein  
besonders günstiger Wärmetausch erreichbar, da  
20 - unter der Randbedingung konstanter Endtemperatur - eine  
vergleichsweise große Wärmemenge auf das aus dem Sättiger  
abströmende Synthesegas übertragen werden kann.

Selbstverständlich sind als Alternativen auch andere Ausgestaltungen  
25 für die Schaltung des Wärmetauschers denkbar, wie z.B. die  
Beaufschlagung mit heißem Speisewasser oder Dampf zur Vorwärmung  
des Synthesegases.

Zur Mischung des Synthesegases mit Stickstoff kann eine  
30 Mischvorrichtung stromauf des zur Beaufschlagung des Synthesegases  
mit Wasserdampf vorgesehenen Sättigers in die Gasleitung  
geschaltet sein. Die Zumischung von Stickstoff zu dem Synthesegas  
erfolgt zur Einhaltung besonders geringer  $\text{NO}_x$ -Grenzwerte bei der  
Verbrennung des Synthesegases.

35 Vorteilhafterweise mündet eine Spülleitung unmittelbar stromab  
der Gasschlussarmatur in die Gasleitung. Auf diese Weise

- ist eine zuverlässige Spülung des Brennstoffsystems zwischen der Gasschlossarmatur und der Brennkammer gewährleistet. Aufgrund der kompakten Bauweise des Brennstoffsystems fallen die erforderlichen Spülmengen besonders gering aus, wodurch sich
- 5 der Betrieb der Anlage besonders wirtschaftlich gestaltet. Der Einsatz von Stickstoff oder einem weiteren Inertmedium zur Spülung des Brennstoffsystems ist im Vergleich zum Spülen mit Dampf besonders vorteilhaft, weil keine Entwässerung des Leitungssystems wie bei einer Spülung mit Dampf erforderlich
- 10 ist. Außerdem ist Stickstoff oder ein anderes Inertmedium unabhängig vom Betrieb des Wasser-Dampf-Systems bereitstellbar. Außerdem weist Stickstoff oder das Inertmedium eine im Vergleich zu aus der Anlage entnommenem Dampf geringe Temperatur auf, wodurch ein Schutz der Komponenten vor unzulässig hohen
- 15 Dampftemperaturen entfallen kann. Des weiteren besteht keine oder nur eine geringfügige Korrosionsanfälligkeit, so dass kein hochlegierter Stahl eingesetzt werden muss. Prinzipiell kann jedoch auch mit Dampf, falls vorhanden, gespült werden. Bei der Stickstoffspülung oder der Spülung mit einem sonstigen Inertmedium außer Dampf ist ein Zwischenspeicher vorteilhaft. Durch die Zwischenspeicherung wird eine Spülung auch bei Ausfall des Bereitstellungs-Systems für das Inertmedium gewährleistet.
- 20
- 25 Für eine nahezu vollständige Umsetzung des fossilen Brennstoffs bei hohen Temperaturen in der Vergasungseinrichtung ist üblicherweise eine Zufuhr von Sauerstoff aus einer Luftzerlegungsanlage vorgesehen. Dabei fällt Stickstoff an. Dieser Stickstoff, insbesondere anfallender Rein-Stickstoff,
- 30 kann nun zur Spülung herangezogen werden. Hierfür ist vorteilhafterweise der Zwischenspeicher über eine Zufuhrleitung an die Luftzerlegungsanlage angeschlossen.
- In die von der Luftzerlegungsanlage wegführende Zufuhrleitung
- 35 mündet vorteilhafterweise eine Reserveleitung, die eingangsseitig an ein Notbefüllsystem für Stickstoff, insbesondere Rein-Stickstoff, angeschlossen ist. Hierdurch ist auch beim



Ausfall der Luftzerlegungsanlage eine Spülung des Brennstoffsystems mit Stickstoff, insbesondere Rein-Stickstoff, besonders zuverlässig gewährleistet.

- 5 Das Spülsystem mit Zwischenspeicher, der gegebenenfalls an eine Luftzerlegungsanlage angeschlossen ist, ist im übrigen auch ohne die oben dargestellte spezifische Ausgestaltung des Gasschlusses in einer Gas- und Dampfturbinenanlage einsetzbar.
- 10 Bezüglich des Verfahrens zum Spülen des Brennstoffsystems einer Gas- und Dampfturbinenanlage wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Brennstoffsystem zwischen dem Gasschloss und der Brennkammer in Vorwärtsrichtung, d.h. in
- 15 Richtung der Brennkammer, gespült wird. Mit lediglich einer Vorwärtsspülung fallen die Zeiten für eine Spülung besonders gering aus, wodurch sich der Wechsel von Synthesegas auf Zweitbrennstoff besonders wirtschaftlich gestaltet.
- 20 Falls zur Spülung Stickstoff vorgesehen ist, wird dieser vorteilhafterweise der Luftzerlegungsanlage entnommen. Hierfür wird der in der Luftzerlegungsanlage erzeugte Stickstoff, insbesondere als Rein-Stickstoff, dem Zwischenspeicher über die Zufuhrleitung zugeführt. Aus dem Zwischenspeicher kann
- 25 der Rein-Stickstoff dann bei Bedarf zur Spülung des Brennstoffsystems in die Gasleitung eingespeist werden.

Vorteilhafterweise wird das Brennstoffsystem zwischen der Brennkammer und dem Gasschloss in Vorwärtsrichtung mit einem

30 inerten Spülmedium, welches zwischen der Gasschlossarmatur und der Regelarmatur zugeführt wird, gespült. Ebenso wie das Gasturbinen-Brennstoffsystem muss das Vergasungssystem zwischen Vergasungseinrichtung und Gasschloss mit einem Inertmedium aufgrund der sicherheitstechnischen Vorschriften gespült

35 werden. In der Regel wird hierfür Stickstoff, insbesondere Rein-Stickstoff, oder Dampf auf dem erforderlichen Druckniveau als Inertmedium eingesetzt. Das Konzept und die Randbe-

dingungen der Spülprozedur sind abhängig vom eingesetzten Vergasungsverfahren.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer  
5 Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen

- FIG 1 eine Gas- und Dampfturbinenanlage, wobei der Gasturbine ein Brennstoffsystem mit einer Vergasungseinrichtung vorgeschaltet ist, und  
10  
FIG 2 einen Ausschnitt gemäß Figur 1.

Die Gas- und Dampfturbinenanlage 1 gemäß der Figur umfasst eine Gasturbinenanlage 1a und eine Dampfturbinenanlage 1b.  
15 Die Gasturbinenanlage 1a umfasst eine Gasturbine 2 mit angekoppeltem Luftverdichter 4 und eine der Gasturbine 2 vorgeschaltete Brennkammer 6, die an eine Druckluftleitung 8 des Verdichters 4 angeschlossen ist. Die Gasturbine 2 und der Luftverdichter 4 sowie ein Generator 10 sitzen auf einer gemeinsamen Welle 12.  
20

Die Dampfturbinenanlage 1b umfasst eine Dampfturbine 20 mit angekoppeltem Generator 22 und in einem Wasser-Dampf-Kreislauf 24 einen der Dampfturbine 20 nachgeschalteten Kondensator 26 sowie einen Abhitzedampferzeuger 30. Die Dampfturbine  
25 20 besteht aus einer ersten Druckstufe oder einem Hochdruckteil 20a und einer zweiten Druckstufe oder einem Mitteldruckteil 20b sowie einer dritten Druckstufe oder einem Niederdruckteil 20c, die über eine gemeinsame Welle 32 den Generator 22 antreiben.  
30

Zum Zuführen von in der Gasturbine 2 entspanntem Arbeitsmittel AM oder Rauchgas in den Abhitzedampferzeuger 30 ist eine Abgasleitung 34 an einen Eingang 30a des Abhitzedampferzeugers 30 angeschlossen. Das entspannte Arbeitsmittel AM aus  
35 der Gasturbine 2 verlässt den Abhitzedampferzeuger 30 über

dessen Ausgang 30b in Richtung auf einen nicht näher dargestellten Kamin.

Der Abhitzedampferzeuger 30 umfasst einen Kondensatvorwärmer 40, der eingangsseitig über eine Kondensatleitung 42, in die eine Kondensatpumpeneinheit 44 geschaltet ist, mit Kondensat K aus dem Kondensator 26 bespeisbar ist. Der Kondensatvorwärmer 40 ist ausgangssseitig über eine Leitung 45 an einen Speisewasserbehälter 46 angeschlossen. Zur bedarfsweisen Umführung des Kondensatvorwärmers 40 kann zudem die Kondensatleitung 42 über eine nicht dargestellte Umführungsleitung direkt mit dem Speisewasserbehälter 46 verbunden sein. Der Speisewasserbehälter 46 ist über eine Leitung 47 an eine Hochdruckspeisepumpe 48 mit Mitteldruckentnahme angeschlossen.

Die Hochdruckspeisepumpe 48 bringt das aus dem Speisewasserbehälter 46 abströmende Speisewasser S auf ein für eine dem Hochdruckteil 20a der Dampfturbine 20 zugeordnete Hochdruckstufe 50 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24 geeignetes Druckniveau. Das unter hohem Druck stehende Speisewasser S ist der Hochdruckstufe 50 über einen Speisewasservorwärmer 52 zuführbar, der ausgangssseitig über eine mit einem Ventil 54 abscherrbare Speisewasserleitung 56 an eine Hochdrucktrommel 58 angeschlossen ist. Die Hochdrucktrommel 58 ist mit einem im Abhitzedampferzeuger 30 angeordneten Hochdruckverdampfer 60 zur Bildung eines Wasser-Dampf-Umlaufs 62 verbunden. Zum Abführen von Frischdampf F ist die Hochdrucktrommel 58 an einen im Abhitzedampferzeuger 30 angeordneten Hochdrucküberhitzer 64 angeschlossen, der ausgangssseitig mit dem Dampfeinlass 66 des Hochdruckteils 20a der Dampfturbine 20 verbunden ist.

Der Dampfauslass 68 des Hochdruckteils 20a der Dampfturbine 20 ist über einen Zwischenüberhitzer 70 an den Dampfeinlass 72 des Mitteldruckteils 20b der Dampfturbine 20 angeschlossen. Dessen Dampfauslass 74 ist über eine Überströmleitung 76 mit dem Dampfeinlass 78 des Niederdruckteils 20c der Dampfturbine 20 verbunden. Der Dampfauslass 80 des Niederdruck-

teils 20c der Dampfturbine 20 ist über eine Dampfleitung 82 an den Kondensator 26 angeschlossen, so dass ein geschlossener Wasser-Dampf-Kreislauf 24 entsteht.

- 5 Von der Hochdruckspeisepumpe 48 zweigt zudem an einer Entnahmestelle, an der das Kondensat K einen mittleren Druck erreicht hat, eine Zweigleitung 84 ab. Diese ist über einen weiteren Speisewasservorwärmer 86 oder Mitteldruck-Economizer mit einer dem Mitteldruckteil 20b der Dampfturbine 20 zuge-
- 10 ordneten Mitteldruckstufe 90 des Wasser-Dampf-Kreislaufs verbunden. Der zweite Speisewasservorwärmer 86 ist dazu ausgangsseitig über eine mit einem Ventil 92 absperrbare Speisewasserleitung 94 an eine Mitteldrucktrommel 96 der Mitteldruckstufe 90 angeschlossen. Die Mitteldrucktrommel 96 ist
- 15 mit einer im Abhitzedampferzeuger 30 angeordneten, als Mitteldruckverdampfer ausgebildeten Heizfläche 98 zur Bildung eines Wasser-Dampf-Umlaufs 100 verbunden. Zum Abführen von Mitteldruck-Frischdampf F' ist die Mitteldrucktrommel 96 über
- 20 eine Dampfleitung 102 an den Zwischenüberhitzer 70 und somit an den Dampfeinlass 72 des Mitteldruckteils 20b der Dampfturbine 20 angeschlossen.

- Von der Leitung 47 zweigt eine weitere, mit einer Niederdruckspeisepumpe 107 versehene und mit einem Ventil 108 ab-
- 25 sperrbare Leitung 110 ab, die an eine dem Niederdruckteil 20c der Dampfturbine 20 zugeordnete Niederdruckstufe 120 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24 angeschlossen ist. Die Niederdruckstufe 120 umfasst eine Niederdrucktrommel 122, die mit einer im Abhitzedampferzeuger 30 angeordneten, als Niederdruckver-
- 30 dampfer ausgebildeten Heizfläche 124 zur Bildung eines Wasser-Dampf-Umlaufs 126 verbunden ist. Zum Abführen von Niederdruck-Frischdampf F'' ist die Niederdrucktrommel 122 über eine Dampfleitung 127, in die ein Niederdrucküberhitzer 128 geschaltet ist, an die Überströmleitung 76 angeschlossen. Der
- 35 Wasser-Dampf-Kreislauf 24 der Gas- und Dampfturbinenanlage 1 umfasst im Ausführungsbeispiel somit drei Druckstufen 50, 90,

120. Alternativ können aber auch weniger, insbesondere zwei, Druckstufen vorgesehen sein.

Die Gasturbinenanlage 1a ist für den Betrieb mit einem verga-  
5 sten Rohgas oder Synthesegas SG, das durch die Vergasung ei-  
nes fossilen Brennstoffs B erzeugt wird, ausgelegt. Als Syn-  
thesegas kann beispielsweise vergaste Kohle oder vergastes Öl  
vorgesehen sein. Hierzu umfasst die Gasturbinenanlage 1a ein  
10 Brennstoffsystem 129, über das der Brennkammer 6 der Gastur-  
bine 4 Synthesegas zuführbar ist. Das Brennstoffsystem 129  
umfasst eine Gasleitung 130, die eine Vergasungseinrichtung  
132 mit der Brennkammer 6 der Gasturbine verbindet. Der Ver-  
gasungseinrichtung 132 ist über ein Eintragssystem 134 Kohle,  
Erdgas oder Öl als fossiler Brennstoff B zuführbar. Weiterhin  
15 umfasst das Vergasungssystem 129 Komponenten, die zwischen  
der Vergasungseinrichtung 132 und der Brennkammer 6 der Gas-  
turbine 2 in die Gasleitung 130 geschaltet sind.

Zur Bereitstellung des für die Vergasung des fossilen Brenn-  
20 stoffs B benötigten Sauerstoffs  $O_2$  ist der Vergasungseinrich-  
tung 132 über eine Sauerstoffleitung 136 eine dem Vergasungs-  
system 129 zugehörige Luftzerlegungsanlage 138 vorgeschaltet.  
Die Luftzerlegungsanlage 138 ist eingangsseitig mit einem  
Luftstrom L beaufschlagbar, der sich aus einem ersten Teil-  
25 strom T1 und einem zweiten Teilstrom T2 zusammensetzt. Der  
erste Teilstrom T1 ist der im Luftverdichter 4 verdichteten  
Luft entnehmbar. Dazu ist die Luftzerlegungsanlage 138 ein-  
gangsseitig an eine Entnahmeluftleitung 140 angeschlossen,  
die an einer Zweigstelle 142 von der Druckluftleitung 8 ab-  
30 zweigt. In die Entnahmeluftleitung 140 mündet zudem eine wei-  
tere Luftleitung 143, in die ein zusätzlicher Luftverdichter  
144 geschaltet ist und über die der zweite Teilstrom T2 der  
Luftzerlegungsanlage 138 zuführbar ist. Im Ausführungsbei-  
spiel setzt sich somit der der Luftzerlegungsanlage 138 zu-  
35 strömende gesamte Luftstrom L zusammen aus dem von der Druck-  
luftleitung 8 abgezweigten Teilstrom T1 und aus dem vom zu-  
sätzlichen Luftverdichter 144 geförderten Luftstrom T2. Ein

derartiges Schaltungskonzept wird auch als teilintegriertes Anlagenkonzept bezeichnet. In einer alternativen Ausgestaltung, dem sogenannten vollintegrierten Anlagenkonzept, kann die weitere Luftleitung 143 mitsamt dem zusätzlichen Luftverdichter 144 entfallen, so dass die Bespeisung der Luftzerlegungsanlage 138 mit Luft vollständig über den der Druckluftleitung 8 entnommenen Teilstrom T1 erfolgt.

Der in der Luftzerlegungsanlage 138 bei der Zerlegung des Luftstroms L zusätzlich zum Sauerstoff O<sub>2</sub> gewonnene Stickstoff N<sub>2</sub> wird über eine an die Luftzerlegungsanlage 138 angeschlossene Stickstoffleitung 145 einer Mischvorrichtung 146 zugeführt und dort dem Synthesegas SG zugemischt. Die Mischvorrichtung 146 ist dabei für eine besonders gleichförmige und strahlenfreie Vermischung des Stickstoffs N<sub>2</sub> mit dem Synthesegas SG ausgebildet.

Das von der Vergasungseinrichtung 132 abströmende Synthesegas SG gelangt über die Gasleitung 130 zunächst in einen Synthesegas-Abhitzedampferzeuger 147, in dem durch Wärmetausch mit einem Strömungsmedium eine Abkühlung des Synthesegases SG erfolgt. Bei diesem Wärmetausch erzeugter Hochdruckdampf wird in nicht näher dargestellter Weise der Hochdruckstufe 50 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24 zugeführt.

In Strömungsrichtung des Synthesegases SG gesehen hinter dem Synthesegas-Abhitzedampferzeuger 147 und vor einer Mischvorrichtung 146 sind in die Gasleitung 130 eine Entstaubungseinrichtung 148 für das Synthesegas SG sowie eine Entschwefungsanlage 149 geschaltet. In alternativer Ausgestaltung kann anstelle der Entstaubungseinrichtung 148, insbesondere bei Vergasung von Öl als Brennstoff, auch eine Rußwäschevorrichtung vorgesehen sein.

Für einen besonders geringen Schadstoffausstoß bei der Verbrennung des vergasten Brennstoffs in der Brennkammer 6 ist eine Beladung des vergasten Brennstoffs mit Wasserdampf vor

Eintritt in die Brennkammer 6 vorgesehen. Diese kann in wärmetechnisch besonders vorteilhafter Weise in einem Sättigersystem erfolgen. Dazu ist in die Gasleitung 130 ein Sättiger 150 geschaltet, in dem der vergaste Brennstoff im Gegenstrom zu aufgeheiztem Sättigerwasser geführt ist. Das Sättigerwasser zirkuliert dabei in einem an den Sättiger 150 angeschlossenen Sättigerkreislauf 152, in den eine Umwälzpumpe 154 sowie zur Vorheizung des Sättigerwassers ein Wärmetauscher 156 geschaltet sind. Der Wärmetauscher 156 ist dabei primärseitig mit vorgewärmtem Speisewasser aus der Mitteldruckstufe 90 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24 beaufschlagt. Zum Ausgleich der bei der Sättigung des vergasteten Brennstoffs auftretenden Verluste an Sättigerwasser ist an den Sättigerkreislauf 152 eine Einspeiseleitung 158 angeschlossen.

In Strömungsrichtung des Synthesegases SG gesehen hinter dem Sättiger 150 ist in die Gasleitung 130 sekundärseitig ein als Synthesegas-Mischgas-Wärmetauscher wirkender Wärmetauscher 159 geschaltet. Der Wärmetauscher 159 ist dabei primärseitig an einer Stelle vor der Entstaubungsanlage 148 ebenfalls in die Gasleitung 130 geschaltet, so dass das der Entstaubungsanlage 148 zuströmende Synthesegas SG einen Teil seiner Wärme auf das aus dem Sättiger 150 abströmende Synthesegas SG überträgt. Die Führung des Synthesegases SG über den Wärmetauscher 159 vor Eintritt in die Entschwefelungsanlage 149 kann dabei auch bei einem hinsichtlich der anderen Komponenten abgeänderten Schaltungskonzept vorgesehen sein. Insbesondere bei Einschaltung einer Rußwäscheeinrichtung kann der Wärmetauscher bevorzugt synthesesegasseitig stromab der Rußwäscheeinrichtung angeordnet sein.

Zwischen den Sättiger 150 und den Wärmetauscher 159 ist in die Gasleitung 130 sekundärseitig ein weiterer Wärmetauscher 160 geschaltet, der primärseitig speisewasserbeheizt oder auch dampfbeheizt sein kann. Durch den als Synthesegas-Reinigas-Wärmetauscher ausgebildeten Wärmetauscher 159 und den Wärmetauscher 160 ist dabei eine besonders zuverlässige Vor-

wärmung des der Brennkammer 6 der Gasturbine 2 zuströmenden Synthesegases SG auch bei verschiedenen Betriebszuständen der Gas- und Dampfturbinenanlage 1 gewährleistet.

- 5 Zur Kühlung des der Luftzerlegungsanlage 138 zuzuführenden, auch als Entnahmeluft bezeichneten Teilstroms T1 verdichteter Luft ist in die Entnahmeluftleitung 140 primärseitig ein Wärmetauscher 162 geschaltet, der sekundärseitig als Mittel-
- 10 druckverdampfer für ein Strömungsmedium S' ausgebildet ist. Der Wärmetauscher 162 ist zur Bildung eines Verdampferumlaufs 163 mit einer als Mitteldrucktrommel ausgebildeten Wasser-Dampf-Trommel 164 verbunden. Die Wasser-Dampf-Trommel 164 ist über Leitungen 166, 168 mit der dem Wasser-Dampf-Umlauf 100 zugeordneten Mitteldrucktrommel 96 verbunden. Alternativ kann
- 15 der Wärmetauscher 162 sekundärseitig aber auch direkt an die Mitteldrucktrommel 96 angeschlossen sein. Im Ausführungsbeispiel ist die Wasser-Dampf-Trommel 164 also mittelbar an die als Mitteldruckverdampfer ausgebildete Heizfläche 98 angeschlossen. Zur Nachspeisung von verdampftem Strömungsmedium
- 20 S' ist an die Wasser-Dampf-Trommel 164 zudem eine Speisewasserleitung 170 angeschlossen.

- In Strömungsrichtung des Teilstroms T1 verdichteter Luft gesehen nach dem Wärmetauscher 162 ist in die Entnahmeluftleitung
- 25 140 ein weiterer Wärmetauscher 172 geschaltet, der sekundärseitig als Niederdruckverdampfer für ein Strömungsmedium S'' ausgebildet ist. Der Wärmetauscher 172 ist dabei zur Bildung eines Verdampferumlaufs 174 an eine als Niederdrucktrommel ausgebildete Wasser-Dampf-Trommel 176 angeschlossen.
- 30 Im Ausführungsbeispiel ist die Wasser-Dampf-Trommel 176 über Leitungen 178, 180 an die dem Wasser-Dampf-Umlauf 126 zugeordnete Niederdrucktrommel 122 angeschlossen und somit mittelbar mit der als Niederdruckverdampfer ausgebildeten Heizfläche 124 verbunden. Alternativ kann die Wasser-Dampf-Trommel
- 35 176 aber auch in anderer geeigneter Weise geschaltet sein, wobei der Wasser-Dampf-Trommel 176 entnommener Dampf einem Nebenverbraucher als Prozessdampf und/oder als Heiz-



dampf zuführbar ist. In weiterer alternativer Ausgestaltung kann der Wärmetauscher 172 sekundärseitig auch direkt an die Niederdrucktrommel 122 angeschlossen sein. Die Wasser-Dampf-Trommel 176 ist zudem an eine Speisewasserleitung 182 angeschlossen.

Die Verdampferumläufe 163, 174 können jeweils als Zwangumlauf ausgebildet sein, wobei der Umlauf des Strömungsmedium S' bzw. S'' durch eine Umwälzpumpe gewährleistet ist, und wobei das Strömungsmedium S', S'' im als Verdampfer ausgebildeten Wärmetauscher 162 bzw. 172 mindestens teilweise verdampft. Im Ausführungsbeispiel sind jedoch sowohl der Verdampferumlauf 163 als auch der Verdampferumlauf 174 jeweils als Naturumlauf ausgebildet, wobei der Umlauf des Strömungsmediums S' bzw. S'' durch die sich beim Verdampfungsprozess einstellenden Druckdifferenzen und/oder durch die geodätische Anordnung des jeweiligen Wärmetauschers 162 bzw. 172 und der jeweiligen Wasser-Dampf-Trommel 164 bzw. 176 gewährleistet ist. Bei dieser Ausgestaltung ist in den Verdampferumlauf 163 bzw. in den Verdampferumlauf 174 jeweils lediglich eine (nicht dargestellte) vergleichsweise gering dimensionierte Umwälzpumpe zum Anfahren des Systems geschaltet.

Zur Wärmeeinkopplung in den Sättigerkreislauf 152 ist zusätzlich zum Wärmetauscher 156, der mit aufgeheiztem, nach dem Speisewasservorwärmer 86 abgezweigtem Speisewasser beaufschlagbar ist, ein Sättigerwasser-Wärmetauscher 184 vorgesehen, der primärseitig mit Speisewasser S aus dem Speisewasserbehälter 46 beaufschlagbar ist. Dazu ist der Sättigerwasser-Wärmetauscher 184 primärseitig eingangsseitig über eine Leitung 186 an die Zweigleitung 84 und ausgangseitig über eine Leitung 188 an den Speisewasserbehälter 46 angeschlossen. Zur Wiederaufheizung des aus dem Sättigerwasser-Wärmetauscher 184 abströmenden gekühlten Speisewassers S ist in die Leitung 188 ein zusätzlicher Wärmetauscher 190 geschaltet, der primärseitig dem Wärmetauscher 172 in der Entnahmeflußleitung 140 nachgeschaltet ist. Durch eine derartige An-

ordnung ist eine besonders hohe Wärmerückgewinnung aus der Entnahmeluft und somit ein besonders hoher Wirkungsgrad der Gas- und Dampfturbinenanlage 1 erreichbar.

- 5 In Strömungsrichtung des Teilstroms T1 gesehen zwischen dem Wärmetauscher 172 und dem Wärmetauscher 190 zweigt von der Entnahmeluftleitung 140 eine Kühlluftleitung 192 ab, über die der Gasturbine 2 eine Teilmenge T' des gekühlten Teilstroms T als Kühlluft zur Schaufelkühlung zuführbar ist.

10

- Beim Abfahren des Brennstoffsystems 129 ist eine Spülung erforderlich. Dies erfolgt in der Weise, dass in einem oder mehreren Schritten ein erster und ein zweiter Bereich des Brennstoff-Vergasungssystems 129 separat mit Stickstoff ge-  
15 spült werden. Das Vergasungssystem oder der erste Bereich und das Gasturbinen-Brennstoffsystem - oder der zweite Bereich sind dabei durch ein Gasschloss 200 im Bereich 236 voneinander getrennt. Das Vergasungssystem umfasst dabei die Vergasungseinrichtung 132 bis zum Gasschloss 200 und das Gasturbi-  
20 nen-Brennstoffsystem umfasst das Gasschloss 200 und die nachgeschalteten Komponenten bis zur Brennkammer 6 der Gasturbine 2.

- Das Gasschloss 200 ist im Detail in Figur 2 (einer vergrößerten Abbildung des Bereichs 236) dargestellt und in der Gas-  
25 leitung 130 angeordnet, die in Figur 1A zu sehen ist. Das Gasschloss 200 ist nach dem Wärmetauscher 159 in der Gasleitung 130 angeordnet. Das Gasschloss umfasst eine in der Gasleitung 130 angeordnete Schnellschlussarmatur 202, der unmittelbar eine als Kugelhahn ausgeführte Gasschlossarmatur 204  
30 nachgeschaltet ist. Über die Abgasleitung 207 stromauf der Gasschlossarmatur 202 wird Restgas beim Spülen nach Abschalten der Vergasungseinrichtung oder beim Spülen des Sättigers und nachgeschalteten Wärmetauschers zu einer Fackel abge-  
35 führt. Die Abgasleitung 207 mit zugehöriger Armatur dient als Druckentlastungssystem 206 des Gasschlusses. Über das Gasschloss 200 ist die Gasleitung 130 gasdicht absperrbar und

bei Bedarf über die Schnellschlussarmatur 202 in besonders kurzer Zeit verschließbar.

5 Dem Gasschloss 200 ist unmittelbar eine in die Gasleitung 130 geschaltete Regelarmatur 208, nachgeschaltet, über die der Brennstoffstrom zur Gasturbine in allen Lastfällen geregelt wird.

10 Zur Spülung des Vergasungssystems oder des ersten Bereichs des Brennstoffsystems mit Stickstoff  $N_2$ , also von der Vergasungseinrichtung 132 bis zum Gasschloss 200, ist Rein-Stickstoff  $R-N_2$  aus der Luftzerlegungsanlage 138 vorgesehen. Hierzu wird der in der Luftzerlegungsanlage 138 bei der Zerlegung des Luftstroms L zusätzlich zum Sauerstoff  $O_2$  erzeugte  
15 Stickstoff  $N_2$  als Rein-Stickstoff  $R-N_2$  über eine Zufuhrleitung 210 aus der Luftzerlegungsanlage 138 abgeführt. Von der ersten Zufuhrleitung 210 zweigt eine mit einem Ventil 212 absperrbare Zweigleitung 214 ab, die zum Spülen des ersten Bereichs des Brennstoffsystems 129 in die Vergasungseinrichtung 132 für fossilen Brennstoff B mündet.  
20

Zur Spülung des zweiten Bereichs oder des Gasturbinen-Brennstoffsystems 129 mit Stickstoff  $N_2$  als Spülmedium ist ebenfalls Rein-Stickstoff  $R-N_2$  vorgesehen. Hierzu mündet die Zufuhrleitung 210 in einen Stickstoffspeicher 220. In die Zufuhrleitung 210 mündet zusätzlich eine mit einem Ventil 222 absperrbare Reserveleitung 224, die eingangsseitig an ein Notbefüllsystem 226 für Rein-Stickstoff  $R-N_2$  angeschlossen ist. Dadurch, dass der Stickstoffspeicher 220 sowohl an die  
25 Luftzerlegungsanlage 138 als auch an das Notbefüllsystem 226 angeschlossen ist, kann er sowohl mit Rein-Stickstoff  $R-N_2$  aus der Luftzerlegungsanlage 138 als auch mit Rein-Stickstoff  $R-N_2$  aus dem Notbefüllsystem 226 beschickt werden. Dadurch ist auch bei einem Ausfall der Luftzerlegungsanlage 138 eine  
30 Spülung des Vergasungssystems 129 besonders zuverlässig gewährleistet. Der Stickstoffspeicher 226 ist dabei so dimensioniert, dass er den Bedarf an Rein-Stickstoff  $R-N_2$  für den  
35

Spülvorgang einschließlich ausreichend hoher Reservekapazität abdeckt. Der Stickstoffspeicher 226 ist ausgangsseitig über eine Stickstoffleitung 228 an die Gasleitung 130 angeschlossen. Die Einmündung der Stickstoffleitung 228 in die Gasleitung 130 erfolgt stromab des Synthesegases SG unmittelbar nach dem Gasschloss 200, also nach der Gasschlossarmatur 204.

Von der Luftzerlegungsanlage 138 zweigt zum Zuführen von in der Luftzerlegungsanlage 138 erzeugtem unreinen Stickstoff U-N<sub>2</sub> eine zweite Zufuhrleitung 230 ab, die in die Mischvorrichtung 146 mündet. In der Mischvorrichtung 146 wird der Unrein-Stickstoff U-N<sub>2</sub> dem Synthesegas SG zur Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emissionen der Gasturbine zugemischt. Die Mischvorrichtung 146 ist dabei für eine besonders gleichförmige und strähnenfreie Vermischung des Stickstoffs N<sub>2</sub> mit dem Synthesegas SG ausgebildet.

Bei jedem Umlasten der Gasturbine 4 von Synthesegas SG auf Zweitbrennstoff, was einem Wechsel des der Brennkammer 6 zugeführten Brenngases entspricht, ist eine Spülung des Gasturbinen-Brennstoffsystems 129 mit Stickstoff vorgesehen. Durch den Spülvorgang muss das sich im Gasturbinen-Brennstoffsystem befindliche Synthesegas SG aus sicherheitstechnischen Gründen annähernd vollständig verdrängt werden.

Zur Spülung des ersten Bereichs des Brennstoffsystems 129 oder des Vergasungssystems mit Rein-Stickstoff R-N<sub>2</sub> wird über die Zufuhrleitung 210 und die Zweigleitung 214 in die Vergasungseinrichtung 132 Rein-Stickstoff R-N<sub>2</sub> eingespeist. Hierbei ist üblicherweise eine Vorwärtsspülung des Bereichs zwischen der Vergasungseinrichtung 132 und dem Gasschloss 200 mit ausreichend großen Mengen von Rein-Stickstoff R-N<sub>2</sub> als Spülmedium über einen längeren Zeitraum vorgesehen, um eine Verdrängung des Synthesegases SG aus diesem Bereich des Brennstoffsystems 129 zu gewährleisten. Das Abgas des Spülvorgangs wird über die Abgasleitung 207 stromauf des Gasschlosses 200 aus dem Vergasungssystem 129 abgeführt.

Das Brennstoffsystem zwischen dem Gasschloss 200 und der Brennkammer 6 der Gasturbine 2 wird mit Rein-Stickstoff R-N<sub>2</sub> in Vorwärtsrichtung gespült. Hierzu wird der in der Luftzerlegungsanlage 138 erzeugte Rein-Stickstoff R-N<sub>2</sub> über die  
5 Stickstoffleitung 228 der Gasleitung 130 zugeführt. Aufgrund des geringen Volumens dieses Systems ist eine Vorwärtsspülung mit Rein-Stickstoff R-N<sub>2</sub> ausreichend

Durch die kompakte Ausführung des Gasschlusses 200, umfassend  
10 eine Schnellschlussarmatur 202, ein an eine Fackel angeschlossenes Druckentlastungssystem 206 und eine Gasschlussarmatur 204, sowie die Anordnung des Gasschlusses 200 stromab des Synthesegases SG nach dem Wärmetauscher 159 ist die nach dem Umlasten der Gasturbine 2 von Synthesegas SG auf Zweit-  
15 brennstoff erforderliche Spülung des Brennstoffsystems 129 besonders einfach und in besonders kurzer Zeit ausführbar. Dies wird erreicht durch eine vergleichsweise geringe Anzahl und eine besonders günstige Anordnung der Komponenten, wodurch das zu spülende Volumen besonders gering ausfällt. Die  
20 Spülung ist auch beim Abfahren der Gas- und Dampfturbinenanlage 1 erforderlich. Hierbei erweist es sich als besonders günstig, dass zum Spülen Stickstoff vorgesehen ist, da dieser unabhängig vom Zustand des Abhitzedampferzeugers 30 bereitgestellt werden kann. Somit ist die Gas- und Dampfturbinenanlage 1 besonders zuverlässig betreibbar.  
25

## Patentansprüche

1. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) mit einem einer Gasturbine (2) rauchgasseitig nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger (30), dessen Heizflächen in den Wasser-Dampf-Kreislauf (24) einer Dampfturbine (20) geschaltet sind, und mit einem der Brennkammer (6) der Gasturbine (2) vorgeschalteten Brennstoffsystem (129), das eine Vergasungseinrichtung (132) für fossilen Brennstoff (B) und eine von der Vergasungseinrichtung (132) abzweigende und in die Brennkammer (6) der Gasturbine (2) mündende Gasleitung (130) umfasst, wobei stromauf der Brennkammer (6) in die Gasleitung (130) ein Gasschloss (200) geschaltet ist, welches eine Schnellschlussarmatur (202), ein Druckentlastungs- oder Überdrucksystem (206) und eine Gasschlossarmatur (204) umfasst.
2. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) nach Anspruch 1, bei der ein Wärmetauscher (159) stromauf des Gasschlusses (200) in die Gasleitung (130) geschaltet ist.
3. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei der stromauf des Gasschlusses (200) ein Sättiger (150) in die Gasleitung (130) geschaltet ist.
4. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) nach Anspruch 3, bei der der Sättiger (150) stromauf des Wärmetauschers (159) angeordnet ist.
5. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine Spülleitung (228) unmittelbar stromab der Gasschlossarmatur (204) in die Gasleitung (130) mündet.
6. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) nach Anspruch 5, bei der die Spülleitung (228) an einen Zwischenspeicher (220) angeschlossen ist.

7. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) nach Anspruch 6, bei der der Zwischenspeicher (220) über eine Zufuhrleitung (210) an eine Luftzerlegungsanlage (138) angeschlossen ist.

- 5 8. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) nach Anspruch 7, bei der in die Zufuhrleitung (210) eine Reserveleitung (224) mündet, die eingangsseitig an ein Notbefüllsystem (226) für Stickstoff ( $U-N_2$ ,  $R-N_2$ ), insbesondere für Rein-Stickstoff ( $R-N_2$ ), angeschlossen ist.

10

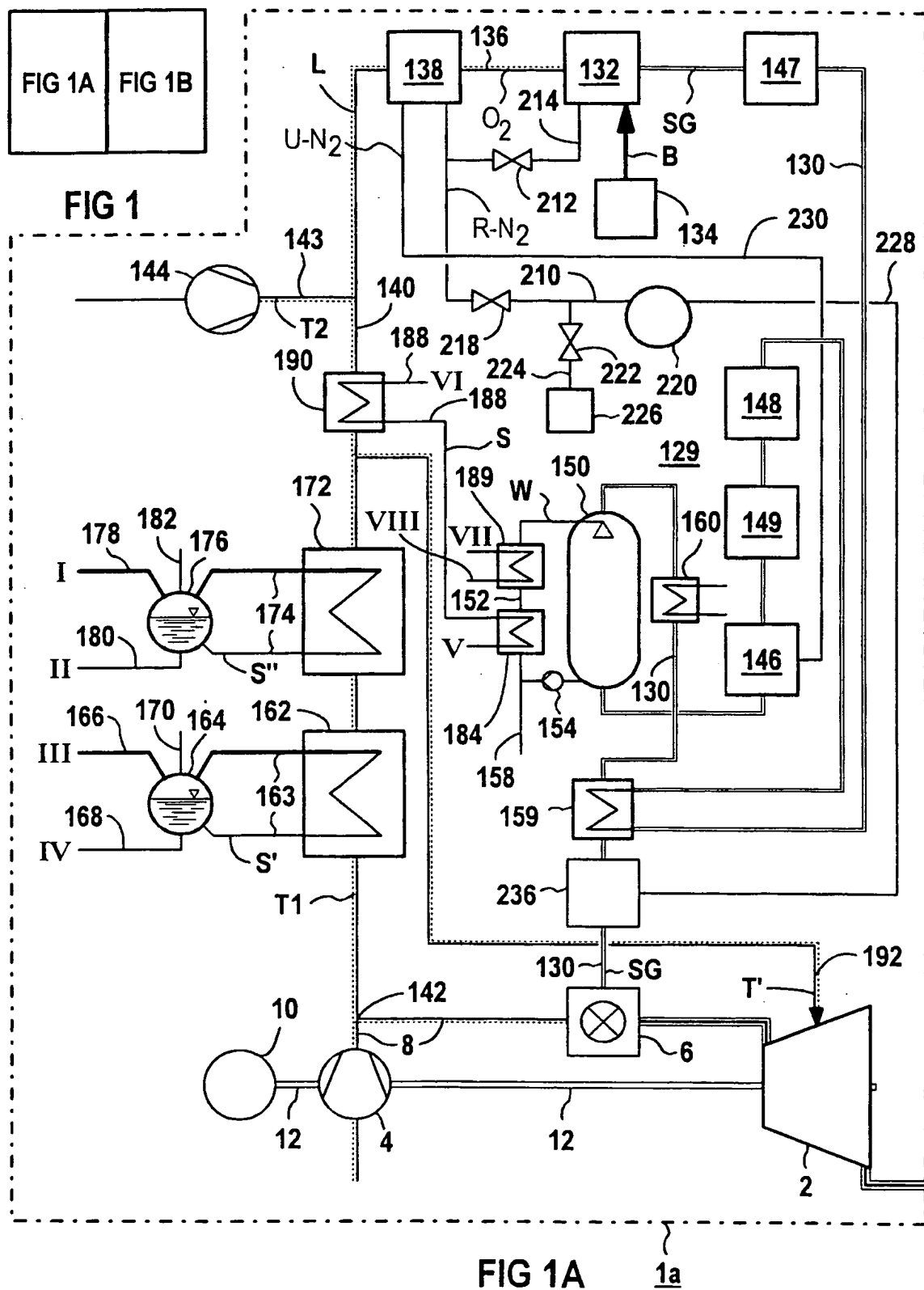
9. Verfahren zum Spülen eines Brennstoffsystems (129) einer Gas- und Dampfturbinenanlage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem das Brennstoffsystem (129) zwischen einem Gasschloss (200) und einer Brennkammer (6) in Richtung der  
15 Brennkammer (6) mit einem Spülmedium (1) gespült wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Spülmedium (1) stromab des Gasschlusses (200) zwischen der Gasschlossarmatur (204) und der Regelarmatur (208) zugeführt wird.

20

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem zur Spülung Stickstoff ( $U-N_2$ ,  $R-N_2$ ) einer Luftzerlegungsanlage (138) entnommen wird.

1/3





2/3

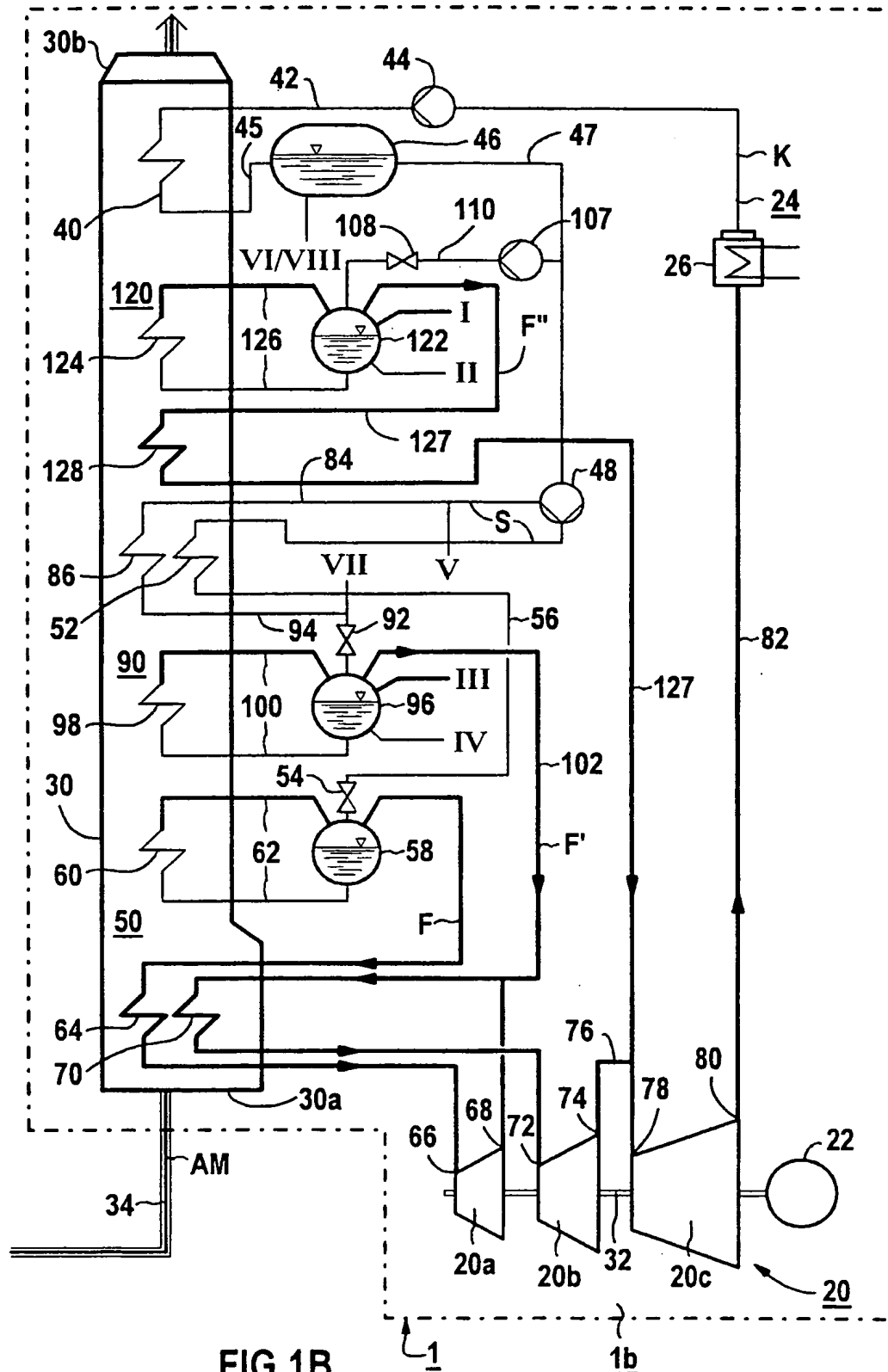


FIG 1B

3/3

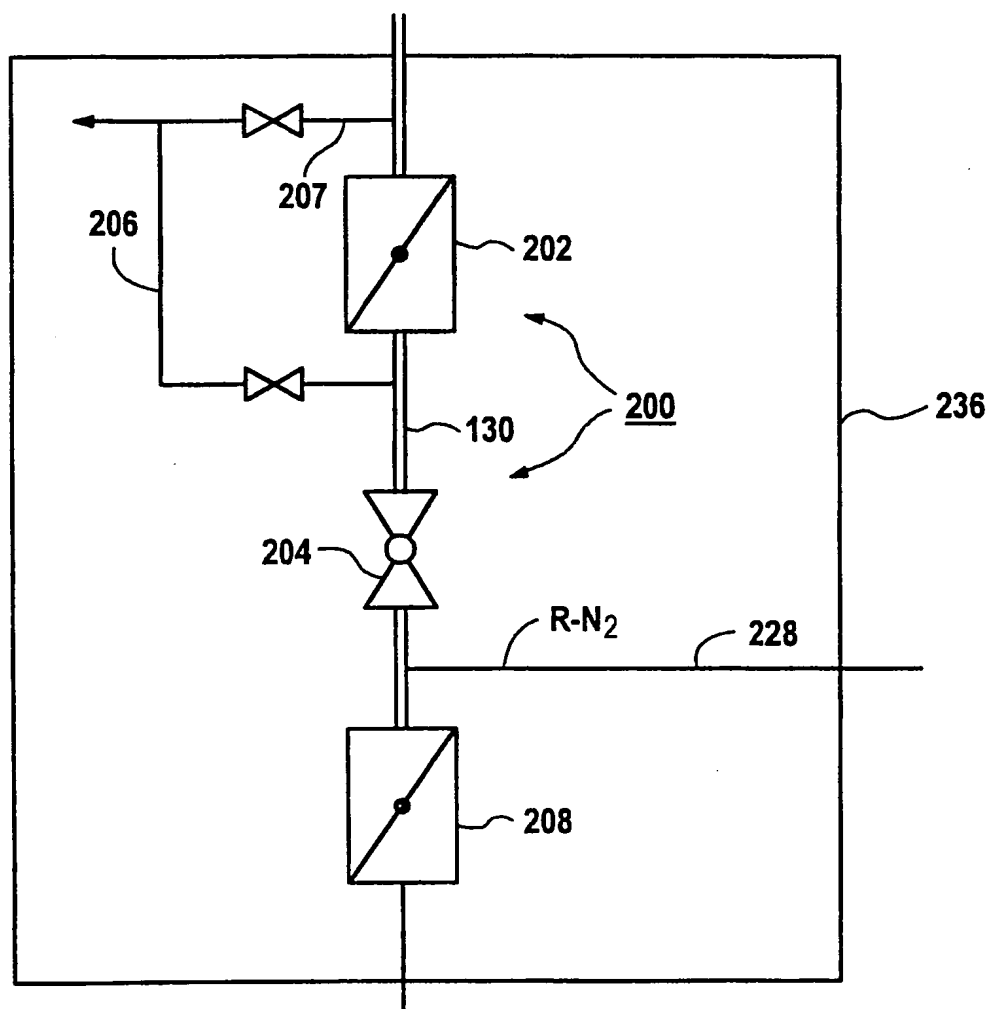


FIG 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.

PCT/DE 01/00024

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F01K23/06 F02C7/232

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F01K F02C F23R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | HUTH M ET AL: "VERBRENNUNG VON<br>SYNTHESEGAS IN GASTURBINEN"<br>BWK BRENNSTOFF WARME KRAFT, DE, VDI VERLAG<br>GMBH. DUSSELDORF,<br>vol. 50, no. 9,<br>1 September 1998 (1998-09-01), pages<br>35-39, XP000777542<br>ISSN: 0006-9612<br>page 37, middle column, line 16<br>-right-hand column, line 25; figure 2<br>--- | 1, 3, 5               |
| A          | DE 198 32 294 C (SIEMENS AG)<br>30 December 1999 (1999-12-30)<br>column 6, line 26 - line 48; figures<br>---<br>-/--  | 2-4                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 June 2001

Date of mailing of the international search report

27/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Gheel, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/00024

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | DE 39 16 477 A (MAK MASCHINENBAU KRUPP)<br>22 November 1990 (1990-11-22)<br>column 2, line 60 -column 3, line 27;<br>figures<br>--- | 9                     |
| A          | US 5 129 222 A (LAMPE STEVEN W ET AL)<br>14 July 1992 (1992-07-14)<br>column 5, line 19 - line 24; figures<br>---                   | 9                     |
| A          | EP 0 915 240 A (ASEA BROWN BOVERI)<br>12 May 1999 (1999-05-12)<br>column 4, line 27 - line 45; figures<br>-----                     | 9                     |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. onal Application No

PCT/DE 01/00024

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)   | Publication<br>date      |
|---|---------------------|------------------------------|--------------------------|
| DE 19832294 C                             | 30-12-1999          | WO 0004285 A<br>EP 1099041 A | 27-01-2000<br>16-05-2001 |
| DE 3916477 A                              | 22-11-1990          | NONE                         |                          |
| US 5129222 A                              | 14-07-1992          | NONE                         |                          |
| EP 0915240 A                              | 12-05-1999          | NONE                         |                          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00024

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F01K23/06 F02C7/232

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01K F02C F23R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | HUTH M ET AL: "VERBRENNUNG VON<br>SYNTHESEGAS IN GASTURBINEN"<br>BWK BRENNSTOFF WARME KRAFT, DE, VDI VERLAG<br>GMBH. DUSSELDORF,<br>Bd. 50, Nr. 9,<br>1. September 1998 (1998-09-01), Seiten<br>35-39, XP000777542<br>ISSN: 0006-9612<br>Seite 37, mittlere Spalte, Zeile 16<br>-rechte Spalte, Zeile 25; Abbildung 2<br>--- | 1,3,5              |
| A          | DE 198 32 294 C (SIEMENS AG)<br>30. Dezember 1999 (1999-12-30)<br>Spalte 6, Zeile 26 - Zeile 48; Abbildungen<br>---<br>-/--  | 2-4                |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*g\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Juni 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Gheel, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00024

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Beitr. Anspruch Nr. |
|------------|--|---------------------|
| A          | DE 39 16 477 A (MAK MASCHINENBAU KRUPP)<br>22. November 1990 (1990-11-22)<br>Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 27;<br>Abbildungen<br>---- | 9                   |
| A          | US 5 129 222 A (LAMPE STEVEN W ET AL)<br>14. Juli 1992 (1992-07-14)<br>Spalte 5, Zeile 19 - Zeile 24; Abbildungen<br>----                    | 9                   |
| A          | EP 0 915 240 A (ASEA BROWN BOVERI)<br>12. Mai 1999 (1999-05-12)<br>Spalte 4, Zeile 27 - Zeile 45; Abbildungen<br>-----                       | 9                   |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abkürzungen

PCT/DE 01/00024

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 19832294 C                                      | 30-12-1999                    | WO 0004285 A<br>EP 1099041 A      | 27-01-2000<br>16-05-2001      |
| DE 3916477 A                                       | 22-11-1990                    | KEINE                             |                               |
| US 5129222 A                                       | 14-07-1992                    | KEINE                             |                               |
| EP 0915240 A                                       | 12-05-1999                    | KEINE                             |                               |